

文章编号:1000-4653(2012)02-0089-04

大风浪条件下渤海海区重点船舶风险评估模型

吴金龙¹, 刘大刚², 范中洲², 刘 涛², 陈杰伟², 罗红红³

(1. 天津海运职业学院, 天津 300350; 2. 大连海事大学 航海学院, 辽宁 大连 116026;

3. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要:通过对近年来渤海海区因大风浪引起的船舶重大事故进行统计分析,发现渤海海区近年来发生重大事故的船舶主要集中为 5 000 t 以下的散货船,由此提出渤海海区大风浪条件下应重点关注的船舶类型。根据风险分析理论和方法,建立了渤海海区重点船舶在大风浪条件下的风险等级,并根据专家问卷调查的形式得出相应的风险等级标准。据此,建立了使用模糊评判方法的大风浪条件下渤海海区应重点关注船舶的风险评估模型。该模型可为进一步研发基于电子海图平台的可视化船舶风险控制和管理辅助决策系统提供重要的理论依据。

关键词:水路运输;气象安全保障;船舶安全;大风浪区;风险评估模型

中图分类号:U676.1

文献标志码:A

The Risk Evaluation Model of Major Vessels in Bohai Area in the Condition of Rough Seas

Wu Jinlong¹, Liu Dagang², Fan Zhongzhou², Liu Tao², Chen Jiewei², Luo Honghong³

(1. Tianjin Maritime College, Tianjin 300350, China; 2. School of Navigation,

Dalian Maritime University, Dalian 116026, China; 3. Institute of Scientific and

Technical Information of China, Beijing 100038, China)

Abstract: Through a statistical analysis of the major accidents happened in Bohai Sea under rough seas in recent years, it is found that the wrecked ships are mainly bulk carriers under 5000t. Therefore, the types of vessels which should be paid more attention to under rough seas are put forth. The risk levels for the major vessels in Bohai Sea under rough seas is established based on risk analysis, and the risk level standard is worked out through questionnaire survey on experts. A risk evaluation model of the major vessel types under rough seas in Bohai Sea is set up. The model can be used as a theoretical base for developing visualized ECDIS-based aid decision making system for ship risk control and management.

Key words: waterway transportation; meteorological safety guarantee, ship safety; rough seas area, risk evaluation model

随着环渤海经济圈的活跃,渤海海区的航运业得到了持续发展。但是,由于渤海海区较为特殊的地理位置和气候状况,每年都有因为恶劣天气尤其是大风浪天气造成船毁人亡的重大海上事故发生。

2003-10-11 下午,“华源顺 18”轮在渤海西部海域遭遇东北风阵风 34 m/s 以上,海面浪高十几米,中到大雨,能见度不良等恶劣天气条件,12 日凌晨,造成船舶沉没,15 人失踪的重大事故;同日 0600,另一艘“顺达 2 号”轮也在渤海中部海域遭遇大风浪沉

没,船上 29 名船员全部失踪^[1]。这样,在不到 24 h 内,渤海海域就发生了两起重大海上事故。

为了有效地加强渤海海区航运船舶的安全管理,应该有针对性地研究多发事故船舶以及其他应重点关注的船舶在大风浪等恶劣条件下的风险预评估方法和模型,进而制定相应的管理手段和辅助决策工具,以达到保障人民群众生命财产安全和航运企业安全生产的目的^[2]。

收稿日期:2012-02-05

基金项目:国家公益性行业科研专项项目(GYHY201006034)

作者简介:吴金龙(1966-),男,天津人,副教授,硕士,船长,从事航海技术的教育、管理和研究。E-mail: wujinlong4000@163.com.

1 渤海区近年来大风浪造成的重大事故统计分析

按照中华人民共和国交通部颁布的《水上交通事故统计办法》,大风浪中航行的船舶可能发生的风

险事件,按船舶的吨位或主机功率及其损失情况可分为小事故、一般事故、大事故和重大事故。以下用3 000 dwt以上或主机功率3 000 kW以上的船舶为例进行分析,见表1^[3]。

表1 交通部水上交通事故分级标准(3 000 dwt以上或主机功率3 000 kW以上的船舶)

Tab. 1 Classification for marine traffic accident, the Ministry of Communications, P. R. China(For ships greater than 3 000 GT or M. E. Power greater than 3 000 kW)

事故等级	重大事故	大事故	一般事故	小事故
损失情况	死亡3人以上,或直接经济损失500万元(人民币)以上	死亡1~2人,或直接经济损失500万元以下,300万元以上	人员有重伤,或直接经济损失300万元以下,50万元以上	没有达到一般事故等级以上的事故

按照表1的标准,对渤海区近年来大风浪引起的重大事故进行了统计,见表2、表3和表4。从这些表中可以看出,渤海海区近年来大风浪引起的重

大事故的船舶,其船舶类型主要为散货船,占80%以上;其吨位90%以上在5 000 t以下。

表2 渤海近年大风浪引起的船舶重大事故一览表

Tab. 2 List of grave accidents under rough seas of recent years in Bohai Seas

年份	船名	船舶类型	地点	损失情况		载货量/t
				人员伤亡/人	经济损失/万元	
2003年	辽旅渡7号	客轮	渤海海峡	4	1 000	2 667
	华源胜18	散货船	渤海西部	15	2 000	3 000
	顺达2	散货船	渤海中部	29	3 000	15 000
2004年	海鹭15	散货船	龙口附近海域	1	1 500	4 600
2005年	铭扬少洲178	散货船	龙口港锚地	13	1 000	4 496
	渚扬3号	集装箱船	渤海中部	1	1 500	4 000
2006年	龙月山	散货轮	老铁山水道	17	2 000	2 568
2007年	申通1号	散货船	小龙山岛附近	16	4 272	4 750
	君山	散货船	烟台至威海之间	3	2 551	3 380
2008年	信诚9	货船	大连长兴岛附近	无	船体破损,机舱淹没	2 121
2009年	富翔	货船	普兰店湾以西	1	沉没	2 569
	JISONG5	散货船	待查	5	沉没	2 023

表3 大风浪条件下船舶风险等级名称及含义

Tab. 3 Risk degrees & meaning of sailing vessels under rough seas

船舶风险等级名称	黄色风险	橙色风险	红色风险
含 义	船舶可在此状态下航行,但应注意在必要时,须严格遵守大风浪航行的有关规定	对船舶安全存在较大威胁,船舶应尽可能避免较长时间在此状态下航行	对船舶安全存在严重威胁,船舶应完全避免在此状态下航行

2 渤海区大风浪条件下应重点关注的船舶

在渤海区几乎每年都会发生大风浪引起的重大船舶事故,这些事故船舶的类型集中在 5 000 t 以下的散货船。因此,这类船舶首先被划为渤海区大风浪条件下应重点关注的船舶。

1. 发生重大事故的 5 000 t 以下散货船,大多隶属于地方小公司和私营公司,与国营大公司相比,安全管理体系不够完善、手段比较落后,安全管理人员对航海气象知识和气象信息的运用能力存在不足和欠缺^[4]。

2. 5 000 t 以下的船舶与万吨级以上的大船相比,抗风浪的能力相差,当遇到 8 级左右的大风或 4 m 左右的大浪时,就有比较大的风险。而就目前大风和海浪的预报能力来说,预报的准确率不可能达到 100%,大风浪起止的时间也不能有很高的精度。所以在预报了海上将出现 7~8 级大风,或 3~4 m 大浪时,海上的实际风浪情况有时可能会比预

报的级别更大一些。一旦有这种情况发生,这些船舶就会面临很大的危险^[5]。

除此之外,由于客滚船上旅客众多,一旦发生翻沉事故必然造成重大人员伤亡,其社会影响巨大,因此,各级海事部门和船舶公司都不敢掉以轻心,必然对其安全等级加倍关注,故将其列为重点关注的船舶。

3 渤海区大风浪条件下重点关注船舶风险等级和标准的确定

根据风险分析理论,建立了渤海区应重点关注船舶在大风浪条件下的风险等级,见表 3。其中红色风险最高,实际意味着不可在此风浪状态下航行;橙色其次,黄色再低。

然后,根据对具有多年丰富航行经验的船长和海事局船舶安全管理人员进行调查的结果,得到渤海海区大风浪条件下应重点关注船舶不同风险等级的标准,见表 4。

表 4 渤海海区大风浪条件下应重点关注船舶不同风险等级的标准

Tab. 4 Standards of risk degrees for keypoint vessels in Bohai Sea under rough seas

风险等级名称 船舶种类	无风险	黄色风险	橙色风险	红色风险
4 000~5 000 t 散杂货船	风力 ≤ 5 级 或海浪高度 < 2 m	风力达到 6 级 或海浪高度 2~3 m	风力达到 7 级 或海浪高度 3~4 m	风力 ≥ 8 级 或海浪高度 ≥ 4 m
大型客滚船				
4 000 t 以下 散杂货船	风力 ≤ 4 级 或海浪高度 < 1.5 m	风力达到 5 级 或海浪高度 1.5~2 m	风力达到 6 级 或海浪高度 2~3 m	风力 ≥ 7 级 或海浪高度 ≥ 3 m
一般客滚船				

对于 4 000~5 000 t 的散货船来说,基本认为 8 级以上大风或 4 m 以上浪高将对船舶造成极大威胁,若气象部门预报未来航线上将出现这样的风浪状况,就认为达到红色风险,应绕航或停航;相应的,风力将达到 7 级或海浪高度将达到 3~4 m,则认为达到橙色风险,船舶应尽可能避免较长时间在此状态下航行;而对于 6 级及以下风力或 3 m 以下浪高的情况,则认为属于黄色风险,这时,只要严格遵守大风浪航行的有关规定即可有效保证船舶航行安全。

对于 4 000 t 以下的散货船,则将 7 级以上大风,或 3 m 以上大浪确定为红色风险;6 级大风或 2~3 m 浪高定为橙色风险;5 级风或 1.5~2 m 浪高定为黄色风险。

对于客滚船的风险等级,基本上是参照当前实际执行的航行/停航标准,即几艘大型的“岛字号”客滚船执行“逢 8 不开”,即当气象部门预报航经海区将出现 8 级及以上大风时,就暂停航行;其它客滚船执行“逢 7 不开”。

4 渤海区大风浪条件下重点关注船舶的风险评估模型

按照前面确定的渤海区大风浪条件下应重点关注船舶不同风险等级和相应标准,可以根据风险分析理论和技术,使用模糊综合评判的方法^[6],对某种船舶在航行海区预计的风浪条件下的风险等级进行预评估,并根据所得出的结论,对船舶实施相应的管理措施或发布警告乃至停航^[7]。

在实际使用时,可使用表4中的数据,求取重点关注船舶在不同的大风浪状态下,隶属于无风险、黄色风险、橙色风险和红色风险4种风险等级的隶属度。由此,可分别得到大风浪中航行船舶风险等级风浪状况之间的模糊关系。

对于4 000~5 000 t的散货船或大型客滚船,风和浪的影响可表示为如下4×4维模糊矩阵。

风力5级以下或浪高2 m以下

风力达6级或浪高2~3 m

风力达7级或浪高3~4 m

风力达8级以上或浪高4 m以上

无风险 黄色 橙色 红色

$$R(t) = \begin{bmatrix} r_{11}(t) & r_{12}(t) & r_{13}(t) & r_{14}(t) \\ r_{21}(t) & r_{22}(t) & r_{23}(t) & r_{24}(t) \\ r_{31}(t) & r_{32}(t) & r_{33}(t) & r_{34}(t) \\ r_{41}(t) & r_{42}(t) & r_{43}(t) & r_{44}(t) \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1(t), \alpha_2(t), \alpha_3(t), \alpha_4(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

式(1)中: $r_{ij}(t)$ ($i=1,2,3,4; j=1,2,3,4$)为某片海区 t 出现大风浪状态 i 时,隶属于 j 等级风险度的隶属度,其中 $j=1,2,3,4$ 分别代表无风险、黄色风险、橙色风险和红色风险。

鉴于当前气象科学发展的实际水平,必须考虑大风和大浪预报的不确定性。这样,当得知航行海区 t 的风浪预报后,若可统计得到气象台预报某级大风浪状态 i 后实际出现该等级大风浪状态 i 的概率为:

$$A_i = (a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}) \quad (2)$$

则对于4 000~5 000 t的散货船或大型客滚船,其航行海区 t 的风险度即可按式(3)求出:

$$B = (\max_{1 \leq l \leq k} \{A_i \circ r_{i1}(t_l)\}, \max_{1 \leq l \leq k} \{A_i \circ r_{i2}(t_l)\}, \max_{1 \leq l \leq k} \{A_i \circ r_{i3}(t_l)\}, \max_{1 \leq l \leq k} \{A_i \circ r_{i4}(t_l)\}) = (x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (3)$$

式(3)中: x_i ($i=1,2,3,4$)表示在当时的上风浪状态下,该类船舶隶属于无风险、黄色风险、橙色风险和红色风险等级的隶属度。

对于4 000 t以下的散杂货船或一般客滚船各级风险等级隶属度的求法类似。

5 结 语

对近年来渤海区发生的重大事故情况的统计结果看,事故船舶主要集中为5 000 t以下的散杂货船,因此,此类船舶是渤海海区每年大风浪季节应重点关注的船舶类型;此外,客滚船也是应当重点关注的船舶类型。

使用风险分析理论,可建立所关注船舶在不同的风浪条件下风险等级和标准,进而建立大风浪条件下的风险评估模型。

所提出的模型和方法,可用来进一步研发基于电子海图平台的可视化船舶风险控制和管理辅助决策系统。这种系统可用于海事局或航运企业的安全管理部门,在气象部门预报渤海海区将出现大风浪时,可对重点船舶进行事前的风险预评估,并用不同颜色代表不同的风险等级,直观地显示在电子海图平台上,若未来船舶将航行于红色的高风险等级区域,就一定要改变航线或禁止该类船舶在计划航线上航行,以保证这些船舶的安全。

参 考 文 献

- [1] 李文虎. 渤海一天两起海难事故的惨痛教训之探讨[J]. 航海技术, 2004, 1(1): 5-7.
Li Wenhui. An Analysis on the Two Casualties in BO HAI within One Day[J]. Marine Technology, 2004, 1(1): 5-7.
- [2] 刘翔飞. 船舶-大风浪区动态标绘及安全评价系统的研究[D]. 大连海事大学硕士学位论文, 2009.
- [3] 刘大刚, 郑中义, 吴兆麟. 大风浪中航行船舶风险体系分析[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(2): 100-102.
Liu Dagang, Zheng Zhongyi, Wu Zhaolin. Risk Analysis of Underway Ships in Heavy Sea[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(2): 100-102.
- [4] 张志兵, 马闯关, 刘大刚. 西北太平洋常用网上天气图的应用[J]. 中国航海, 2009, 32(3): 85-90.
Zhang Zhibing, Ma Changguan, Liu Dagang. Application of Internet Common Used Weather Charts of NW Pacific Ocean[J]. Navigation of China, 2009, 32(3): 85-90.
- [5] 于善娟, 刘学萍, 栾东红. 烟台北部海域大风与海难事故分析及预防对策[J]. 中国水运, 2011, 6(6): 56.
Yu Shanjuan, Liu Xueping, Luan Donghong. Analysis and Countermeasures for Gales and Sea Accidents in the North Part of Yantai[J]. China Water Transport, 2011, 6(6): 56.
- [6] 刘大刚, 徐东华, 吴兆麟. 大风浪中航行船舶的危险度估算模型[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(3): 83-86.
Liu Dagang, Xu Donghua, Wu Zhaolin. Risk Degree Assessment Model of Navigating Ship on Heavy Sea[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(3): 83-86.
- [7] 李康. 救助船在大风浪中的安全性评价及选用的研究[D]. 大连: 大连海事大学硕士学位论文, 2011.